

Semi-finished metal product is foamed, e.g. to produce a lightweight sandwich construction material for traffic engineering, by heating in a chamber using external radiation

Publication number: DE19954755
Publication date: 2001-05-17
Inventor: BAUMGAERTNER FRANK (DE)
Applicant: SCHUNK SINTERMETALLTECHNIK GMB (DE)
Classification:
- **international:** B22F3/105; B22F3/11; F27B17/00; F27D23/00;
B22F3/105; B22F3/11; F27B17/00; F27D23/00; (IPC1-
7): C22C1/08
- **European:** B22F3/105; B22F3/11D2; F27B17/00B
Application number: DE19991054755 19991115
Priority number(s): DE19991054755 19991115

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19954755

Semi-finished product foaming involves heating in a chamber using external radiation. A semi-finished product, consisting of metal powder and blowing agent powder and optionally joined to one or more cover layers, is foamed in a chamber by heating with external radiation. An Independent claim is also included for apparatus for carrying out the above process, comprising a chamber (10) with radiation transparent or translucent walls (20, 22, 24) and a chemically inert, radiation transparent or translucent protective layer (26, 28) enclosing the semi-finished product (12) to be foamed.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 54 755 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 22 C 1/08

②① Aktenzeichen: 199 54 755.6
②② Anmeldetag: 15. 11. 1999
④③ Offenlegungstag: 17. 5. 2001

DE 199 54 755 A 1

⑦① Anmelder:
Schunk Sintermetalltechnik GmbH, 35452
Heuchelheim, DE

⑦④ Vertreter:
Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
63450 Hanau

⑦② Erfinder:
Baumgärtner, Frank, Dipl.-Ing., 35435 Wettenberg,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 00 008 C1
DE 196 12 781 C1
DE 44 26 627 C2
EP 09 27 591 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Aufschäumen eines metallischen Werkstoffes

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Aufschäumen eines aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittelpulver bestehenden Halbzeugs, das gegebenenfalls mit zumindest einer Deckschicht verbunden wird, wobei das Halbzeug in einen Raum eingebracht und zu dessen Aufschäumen erwärmt wird. Um mit hoher Effizienz und energetisch günstig Presslinge aufschäumen zu können, wird vorgeschlagen, dass das Halbzeug durch von außen in den Raum eingekoppelte Strahlungsenergie aufgeschäumt wird.

DE 199 54 755 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Aufschäumen eines aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver bestehenden Halbzeugs, das gegebenenfalls mit zumindest einer Deckschicht verbunden wird, wobei das Halbzeug in einen Raum eingebracht und zu dessen Aufschäumen erwärmt wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zum Aufschäumen eines aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver bestehenden Halbzeugs, das gegebenenfalls mit einer Deckschicht versehen ist, umfassend ein den Pressling aufnehmenden von einer Wandung begrenzten Raum sowie eine Wärmequelle zur ein Aufschäumen des Presslings bewirkenden thermischen Behandlung des Presslings in dem Raum.

Aus der DE 44 26 627 C2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von metallischen Verbundwerkstoffen aus einer oder mehreren Deckschichten aus massivem Material und aus einem zwischen diesen befindlichen Kern bekannt, der durch Verdichten einer Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver gebildet ist. Ein so gebildeter Verbund wird sodann in einen Kammerofen bei einer Temperatur von 850°C eingebracht. Bei dieser Temperatur schäumt der Pressling in erforderlichem Umfang auf, ohne dass die Deckschichten schmelzen.

Das Erwärmen erfolgt demzufolge durch Wärmeübertragung derart, dass zunächst der Ofen aufgeheizt wird, damit sodann die Wärme auf den Pressling übertragen wird. Ein solches Verfahren ist energetisch ungünstig und führt häufig zu einer Überhitzung des Schaumes, so dass die hergestellten Verbundwerkstoffe nicht die erforderliche Güte aufweisen. Ferner ist es kaum möglich, in das Halbzeug gezielt Wärme derart einzuleiten, dass reproduzierbar Bereiche des Presslings unterschiedlich aufgeschäumt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass mit hoher Effizienz und energetisch günstig Presslinge aufgeschäumt werden können, wobei zusätzlich die Möglichkeit gegeben sein soll, unterschiedliche Bereiche des Presslings unterschiedlich zu erwärmen bzw. gegebenenfalls das Aufschäumen zu beobachten, und gezielt eingreifen zu können.

Erfindungsgemäß wird das Problem im Wesentlichen dadurch gelöst, dass das Halbzeug durch von außen in den Raum eingekoppelte Strahlungsenergie aufgeschäumt wird. Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik erfolgt keine Wärmeübertragung von dem den Pressling aufnehmenden Raum selbst, sondern von außen in den Raum eingekoppelte Energie. Hierbei handelt es sich insbesondere um Strahlungsenergie im mittleren bzw. fernen Infrarotbereich. Auch Strahlung im Mikrowellenbereich kommt in Frage.

Insbesondere wird der Pressling in einem Raum erwärmt, der von einer transparenten bzw. transluciden Wandung begrenzt ist, die raumseitig mit einer gegenüber dem aufschäumenden Pressling und der gegebenenfalls vorhandenen Deckschicht chemisch inerten gegenüber der eingekoppelten Strahlungsenergie durchlässigen oder im Wesentlichen durchlässigen Schutzschicht versehen wird. Als Wandung des den Pressling aufnehmenden Raums, auf die die Schutzschicht aufgebracht wird, kommt insbesondere Quarzglasmaterial oder solches enthaltendes in Frage.

Als Schutzschicht kann Al_2O_3 und/oder Si_3N_4 und/oder BN und/oder $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ und/oder Mischungen dieser verwendet werden. Dabei kann die Schutzschicht auf die Innen-

flächen der Wandung, gegebenenfalls über eine Haftvermittlerschicht, durch PVD-Verfahren aufgebracht werden. Insbesondere Elektronenstrahlverdampfung, Magnetron-Sputtern, kathodische Lichtbogenverdampfung oder Plasmaimmersions-Ionenimplantation kommen in Frage.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Wand aus gegenüber in den Raum einkoppelbarer Strahlungsenergie der Energiequelle transparent oder zumindest translucide ist und rauminnenseitig mit einer gegenüber dem aufschäumenden Material chemisch inerten und gegenüber der Strahlungsenergie transparenten oder transluciden Schutzschicht abgedeckt ist. Dabei ist die Wandung selbst insbesondere auf Quarzglasbasis aufgebaut. So kann die Wandung aus einzelnen Glasbausteinen bestehen, wodurch ein modularer Aufbau des Raumes möglich ist, so dass dessen Innengeometrie problemlos an die Endgeometrie des aufzuschäumenden Körpers anpassbar ist.

Die Dicke D der Wandung selbst sollte im Bereich zwischen 5 und 25 mm, insbesondere etwa 15 mm betragen.

Bei der Wärmequelle selbst handelt es sich vorzugsweise um IR-Strahler, wobei die Strahlungsenergie derart einkoppelbar ist, dass sich in dem aufzuschäumenden Körper Wärmenischen ausbilden können. Hierdurch kann eine gezielte Aufschäumgeometrie und gezielte Dichtegradiante erreicht werden.

Bezüglich der Schutzschicht, bei der es sich erwärmermaßen um ein Al_2O_3 oder Si_3N_4 oder BN-Material oder dieses enthaltendes handeln kann, ist anzumerken, dass deren Dicke im Bereich zwischen 20 nm und 2 µm.

Durch die erfindungsgemäßen Lehren ist mit konstruktiv einfachem Aufbau eine Strahlungswärme in den aufzuschäumenden Pressling bzw. Körper einkoppelbar, wobei sich im Vergleich zu konventionellen Verfahren, bei denen eine Wärmeübertragung mittels von den Ofenwandungen abgegebener Wärme erfolgt, eine erhebliche Energieeinsparung und insbesondere ein Zeitgewinn von bis zu 50% ergibt. Das Überhitzen des Schaumes ist ausgeschlossen. Auch erfolgt kein Nachheizen, wodurch die Taktzeiten des Aufschäumens anderenfalls nachteilig beeinflusst werden würden.

Durch die einkoppelbare Strahlungsenergie ergibt sich auch der Vorteil, dass Bereiche des aufzuschäumenden Halbzeugs gezielt mit Wärme beaufschlagt werden können, so dass erwärmermaßen bereits durch das Aufschäumen eine gewünschte Geometrieausbildung erfolgen kann.

Durch die Verwendung von Quarzglasmaterial zur Ausbildung der Wandungen, die den aufzuschäumenden Pressling umgeben, gelangen mechanisch beanspruchbare langzeitstabile Materialien zum Einsatz, die kostengünstig hergestellt und benutzt werden können. Dabei stellt das Quarzglas sicher, dass Wärmestrahlung insbesondere im Infrarotbereich bis zu 2 µm und im Bereich zwischen 3 und 3,5 µm bei einem Transmissionskoeffizienten zwischen 0,8 und 0,9 einkoppelbar ist. Ferner ergibt sich bei der Verwendung von Quarzglas die Möglichkeit einer visuellen Beobachtung beim Aufschäumen, so dass ein steuerndes Eingreifen beim Aufschäumen möglich ist.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

In der einzigen Figur ist eine Vorrichtung 10 dargestellt, bei der ein Halbzeug 12, das auf gegenüberliegenden Seiten mit aus Metall bestehenden Deckschichten 14, 16 versehen ist, aufgeschäumt werden soll, um einen metallischen Ver-

bundwerkstoff geringen Gewichts, jedoch hoher Festigkeit herzustellen. Entsprechende Verbundwerkstoffe bilden leistungsfähige Leichtbaustrukturen, die z. B. in der Verkehrstechnik zum Einsatz gelangen. Solche Verbundwerkstoffe zeichnen sich durch niedrige Dichte bei relativ hoher Steifigkeit aus.

Das Halbzeug **12** kann aus einer Mischung aus Aluminumpulver und z. B. 12 Gewichts-% Silizumpulver und 0,8 Gewichts-% Titanhydridpulver als gasabsplattendes Treibmittelpulver zusammengesetzt sein, die vermischelt sodann zu einem Barren vorkompaktiert werden. Dieser kann offen- oder geschlossporig sein. Sodann ist der Pressling **12** mit den Deckschichten **14**, **16** durch Walzen abgedeckt worden. Sofern der Pressling **12** offenporig war, wird bei diesem Verfahrensschritt eine notwendige Geschlossenporigkeit erzielt. Die Temperatur beim Walzen selbst beträgt in etwa 400°C.

Der so gebildete Sandwichkörper wird sodann in einen Raum **18** eingebracht, der von einer Wandung **20** begrenzt ist, die aus Quarzglasmaterial besteht. Im Ausführungsbeispiel wird der Raum von einem topfförmigen Unterteil **22** und einem diesen abschließenden Deckelteil **24** gebildet. Rauminnenseitig sind die Wandungen mit einer Schutzschicht **26**, **28** versehen, die gegenüber in den Raum **18** einzukoppelnder Strahlung durchlässig ist. Die Dicke der Wandung **20** selbst ist ebenfalls so gewählt, dass diese gegenüber einer einkoppelbaren Strahlung transparent bzw. translucent ist.

Die Aufnahme ist im Ausführungsbeispiel umfangsseitig von Infrarotstrahlern umgeben, die beispielhaft mit den Bezugszeichen **30**, **32** versehen sind.

Bei der Schutzschicht **26** handelt es sich vorzugsweise um eine solche aus Al_2O_3 , Si_3N_4 , BN oder $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ oder diese Materialien enthaltend. Die Schutzschicht ist gegenüber dem aggressiven Material des Presslings, also insbesondere bei Verwendung von Aluminumpulver gegenüber diesem chemisch inert, so dass das ansonsten von Aluminium angreifbare Quarzmaterial geschützt ist. Die Dicke der Schutzschicht **26**, **28** ist jedoch so gewählt, dass diese ebenfalls gegenüber einzukoppelnder Strahlung transparent bzw. translucent ist. Somit kann im erforderlichen Umfang von außen in den Raum **18** hinein Strahlung eingekoppelt werden, um den Pressling **12** auf eine Temperatur zu erhitzen, die ein Aufschäumen ermöglicht. Die Infrarotstrahler **30**, **32** können dabei derart um den Raum **18** angeordnet werden, dass sich in dem Pressling **12** Wärmesenken ausbilden können, wodurch beim Aufschäumen gezielte Geometrieausbildung und/oder Dichtegradienten erreichbar sind.

Der Raum **18** kann des Weiteren eine Innengeometrie aufweisen, die der Endgeometrie des aufzuschäumenden Werkstücks entsprechen soll. Um eine einfache Geometrieangpassung zu ermöglichen, können die Wandungen **20** modular aufgebaut werden, so dass mit einfachen Maßnahmen eine Veränderung möglich ist.

Die Schutzschichten **26**, **28** werden vorzugsweise durch PVD-Verfahren, insbesondere durch Elektronenstrahlverdampfung, Magnetron-Sputtern, Lichtbogenverdampfung oder Plasmaimmersions-Ionenimplantation aufgebracht.

Damit die Schutzschicht **26**, **28** das Quarzglasmaterial hinreichend schützt, sollte deren Dicke zwischen 5 und 25 nm, insbesondere im Bereich von 10 nm liegen. Die Wandung selbst weist eine Dicke D von 15 mm auf.

Von den Strahlern **30**, **32** wird vorzugsweise Licht im mittleren Infrarotbereich emittiert. Unabhängig davon sollte jedoch die Wellenlänge auf das Material der Wandung und der Schutzschicht abgestimmt sein, um einen hohen Transmissionsgrad sicherzustellen.

1. Verfahren zum Aufschäumen eines aus zumindest einem Metallpulver und zumindest einem gasabsplattendes Treibmittelpulver bestehenden Halbzeugs, das gegebenenfalls mit zumindest einer Deckschicht verbunden wird, wobei das Halbzeug in einem Raum eingebracht und zu dessen Aufschäumen erwärmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug durch von außen in den Raum eingekoppelte Strahlungsenergie aufgeschäumt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressling in einem Raum erwärmt wird, der von einer transparenten bzw. transluciden Wandung begrenzt ist, die rauminnenseitig mit einer gegenüber dem aufschäumbaren Pressling und der gegebenenfalls vorhandenen Deckschicht chemisch inerten, gegenüber der angekoppelten Strahlungsenergie durchlässigen oder im Wesentlichen durchlässigen Schutzschicht versehen wird.
3. Verfahren nach zumindest Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressling durch eine Strahlung einer Wellenlänge λ mit $700 \text{ nm} < \lambda < 2 \text{ }\mu\text{m}$ und/oder mit $3,0 < \lambda < 3,5 \text{ }\mu\text{m}$ erwärmt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressling mit einer Strahlung erwärmt wird, die im mittleren Infrarot liegt.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressling mit einer Strahlung erwärmt wird, die im ferneren Infrarot liegt.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressling mit einer Strahlung erwärmt wird, die im Mikrowellenbereich liegt.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Wandung des den Pressling aufnehmenden Raums Quarzglasmaterial oder solches enthaltendes verwendet wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Schutzschicht Al_2O_3 und/oder Si_3N_4 und/oder $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ und/oder BN oder diese enthaltendes Material verwendet wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht eine Dicke d mit $5 \leq d \leq 20 \text{ nm}$, insbesondere d in etwa 10 nm versehen wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht durch PVD-Verfahren aufgebracht wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht durch Elektronenstrahlverdampfung, Magnetron-Sputtern, Lichtbogenverdampfung oder Plasmaimmersions-Ionenimplantation aufgebracht wird.
12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsenergie derart angekoppelt wird, dass sich im Pressling Wärmesenken bilden.
13. Vorrichtung zum Aufschäumen eines aus zumindest einem Metallpulver und zumindest einem gasabsplattendes Treibmittelpulver bestehenden Halbzeugs (**12**), das gegebenenfalls mit zumindest einer Deckschicht (**14**, **16**) verbunden ist, umfassend einen den Pressling aufnehmenden von einer Wandung (**20**) be-

grenzten Raum (18) sowie eine Wärmequelle zum Aufschäumen des Presslings durch thermische Behandlung des Presslings in dem Raum, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (20, 22, 24) gegenüber in dem Raum (18) einkoppelbarer Strahlungsenergie der Energiequelle (30, 32) transparent oder zumindest translucent ist und rauminnenseitig mit einer gegenüber dem aufschäumbaren Material chemisch inerten und gegenüber der Strahlungsenergie transparenten oder translucen Schutzschicht (26, 28) abgedeckt ist. 10

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (20, 22, 24) auf Quarzglasbasis aufgebaut ist.

15. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (20, 22, 24) in Form von Quarzglasbausteinen aufgebaut ist. 15

16. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (20, 22, 24) modular aufgebaut ist. 20

17. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (20, 22, 24) eine Dicke D mit $5 \leq D \leq 25$ mm, insbesondere mit D in etwa 15 mm aufweist.

18. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (26, 28) aus Al_2O_3 und/oder $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ und/oder Si_3N_4 und/oder BN besteht oder dieses enthält. 25

19. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (26, 28) eine Dicke d mit $20 \text{ nm} \leq d \leq 2 \text{ }\mu\text{m}$. 30

20. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmequelle (30, 32) zumindest ein IR-Strahler ist. 35

21. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmequelle derart außerhalb des Raumes (18) angeordnet ist, dass in dem Pressling (12) Wärmesenken ausbildbar sind. 40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

